

Measuring angular errors on transducer wheels for measuring vehicle IC engine speed - measuring time of passage of complete transducer wheel to provide reciprocal of speed, dividing by number of segments, and comparing with actual time for passage of one segment to derive correction factor.

Publication number: DE4221891

Publication date: 1994-01-05

Inventor: STEFAN JOACHIM DIPL ING (DE)

Applicant: AUDI NSU AUTO UNION AG (DE)

Classification:

- international: G01P3/481; G01P21/02; F02D41/34; G01P3/42; G01P21/00; F02D41/34; (IPC1-7): G01P3/481; G01B7/14

- european: G01P3/481; G01P21/02

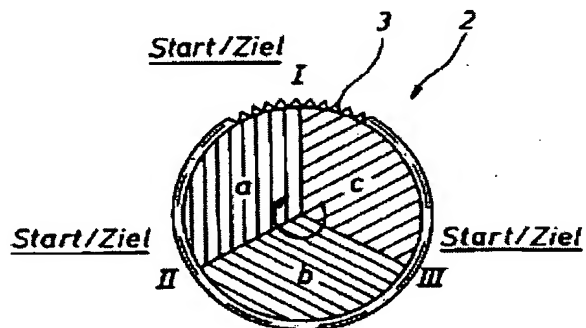
Application number: DE19924221891 19920703

Priority number(s): DE19924221891*19920703

Report a data error here

Abstract of DE4221891

The time during which a segment or group of teeth (3) of the transducer wheel (2) corresp. to a defined piston cycle passes a sensor (4) is measured to determine the cylinder-selective current engine speed. The measured time is a direct reciprocal measure of the engine speed. The time for a complete wheel rotation and each segment time are measured. The measured total time is divided by the number of segments to produce a theoretical, equal segment time for each segment. Correction factors for each cylinder are derived by forming the ratios of the measured and theoretical segment times. **USE/ADVANTAGE** - For use with transducer wheels for feeding engine controllers. Existing method is developed to enable error correction and detection.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

USPS EXPRESS MAIL
EV 636 852 165 US
AUGUST 1 2006

4964



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 42 21 891 C 2**

⑤① Int. Cl.⁶:
G 01 P 3/481
G 01 B 7/30
G 01 P 3/48
F 02 D 41/00

②① Aktenzeichen: P 42 21 891.8-52
②② Anmeldetag: 3. 7. 92
④③ Offenlegungstag: 5. 1. 94
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 19. 10. 95

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Audi AG, 85057 Ingolstadt, DE

⑦② Erfinder:
Stefan, Joachim, Dipl.-Ing. (FH), 85055 Ingolstadt,
DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	40 35 520 A1
DE	34 25 472 A1
EP	04 58 775 A2
EP	00 67 804 A1

⑤④ Verfahren zur Korrektur von Winkelfehlern an einem Geberrad bei der Bestimmung der Momentandrehzahl
eines rotierenden Körpers

DE 42 21 891 C 2

USPS EXPRESS MAIL
EV 636 852 165 US
AUGUST 1 2006

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Korrektur von Winkelfehlern an einem Geberrad bei der Bestimmung der Momentandrehzahl eines rotierenden Körpers nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

5 Zur Optimierung des Betriebs moderner Kraftfahrzeuge werden Motorsteuerungen verwendet, die als Eingangsparameter die jeweils aktuellen, zylinderselektiven Motordrehzahlen benötigen.

Es ist allgemein bekannt, zur zylinderselektiven Bestimmung der aktuellen Motordrehzahl die Zeitdauer des Vorbeigangs eines einem Zylinder am Geberrad zugeordneten Kreissegments an einem Sensor zu messen. Dies geschieht dadurch, daß zu Beginn eines solchen Kreissegments jeweils ein zugeordneter Zahn des Geberrads bzw. einer Zahnscheibe zum Start eines Tors verwendet wird, das nach dem Vorbeigang der im Kreissegment angeordneten Zähne bzw. dem ersten Zahn des nächsten Kreissegments geschlossen wird. Die ermittelte Zeitdauer der Toransteuerung ist ein direktes, reziprokes Maß für die aktuelle, zylinderselektive Motordrehzahl.

Derartige Messungen von zylinderselektiven, aktuellen Motordrehzahlen an einem Zahn-Geberrad bzw. einer Zahnscheibe können sowohl durch unzulässige Fertigungstoleranzen als auch durch Beschädigungen der Zahnflanken, die allmählich beim Betrieb eines Fahrzeugs auftreten können, falsche Ergebnisse liefern, da dadurch die Startpunkte bzw. Endpunkte zur Ermittlung der Segmentzeitdauern geometrisch gegenüber der theoretisch richtigen Winkellage verschoben werden.

Bei einem bekannten Verfahren zur Messung der Momentandrehzahl von Brennkraftmaschinen (EP 00 67 804 A1) ist auch eine zylinderselektive Messung bekannt. Ein Hinweis auf eine Elimination von Dynamikeinflüssen bei der Bildung von Winkelfehler-Korrekturwerten ist hier nicht enthalten.

Bei einem weiter bekannten Verfahren (DE 40 35 520 A1) ist eine Anordnung zur Messung der Geschwindigkeit eines Fahrzeugs mit Hilfe eines mit einem Rad umlaufenden Zahnkranzes beschrieben. Es wird hier aus mehreren, zu verschiedenen Zeitpunkten gewonnenen Zählwerten ein Mittelwert gebildet, wobei die zeitlichen Abstände der Zeitpunkte variiert werden und somit die Zählwerte zu unregelmäßigen Zeitpunkten gewonnen werden. Diese Maßnahme enthält lediglich eine Mittelwertbildung, ansonsten sind durch die unregelmäßigen Zeitpunkte keine zylinderselektiven Zuordnungen möglich.

Einem weiter bekannten Verfahren (EP 04 58 775 A2) liegt die Aufgabe zugrunde, Änderungen in der Drehzahl schnell zu erfassen. Es wird im Bereich stärkerer Drehzahlschwankungen eine Drehzahlbestimmung aus nur einer oder wenigen Einzelmessungen während einer Umdrehung vorgenommen.

30 Bei einem gattungsgemäßen, vorbekannten Verfahren zur Ermittlung von Winkelfehlern an Geberrädern zur Bestimmung der Momentandrehzahl rotierender Körper (DE 34 25 472 A1) wird die Zeitdauer (Segmentzeitdauer) des Vorbeigangs eines Kreissegments des Geberrads an einem Sensor gemessen, wobei diese Zeitdauer ein direktes, reziprokes Maß für die Drehzahl ist. Zur Korrektur von Winkelfehlern und Lagetoleranzen der Gebermarken am Geberrad wird zudem die Gesamtzeitdauer für einen vollen Umlauf des Geberrads gemessen. 35 Zugleich wird jeweils die Segmentzeitdauer für jedes der Reihe nach folgende Kreissegmente gemessen. Anschließend wird die gemessene Gesamtzeitdauer durch die Anzahl der Kreissegmente geteilt, wodurch eine theoretische, jeweils für alle Kreissegmente gleiche Segmentzeitdauer ermittelt wird. Diese theoretische Segmentzeitdauer wird zur jeweils aktuellen, gemessenen Segmentzeitdauer eines Kreissegments ins Verhältnis gesetzt und dadurch ein zugeordneter Zeitkorrekturfaktor ermittelt. Diese Zeitkorrekturfaktoren werden einer Adaptionseinheit zugeführt, in der die gemessenen, den Kreissegmenten zugeordneten Werte entsprechend korrigiert werden.

Das bekannte Verfahren bezieht sich allgemein auf die Ermittlung der Momentandrehzahl rotierender Körper in Verbindung mit der Korrektur von Winkelfehlern. Für moderne, elektronische Steuerungen von Brennkraftmaschinen ist es erforderlich, die momentane Motordrehzahl zylinderselektiv, insbesondere in einem Arbeitstakt, zu erfassen, da die Steuerung der Zündzeitpunkte und Einspritzmengen und Einspritzzeiten ebenfalls zylinderselektiv erfolgt. Bei einer Sechszylinder-Brennkraftmaschine im Viertaktbetrieb treten in aufeinanderfolgenden Kreissegmenten von 120° jeweils gleiche Bedingungen für aufeinanderfolgende Zylinder auf. Für die zylinderselektive Bestimmung der aktuellen Motordrehzahl ist daher die Zeitdauer des Vorbeigangs solcher 120°-Kreissegmente zu messen. Dies geschieht dadurch, daß zu Beginn eines solchen Kreissegments jeweils ein zugeordneter Zahn des Geberrads bzw. einer Zahnscheibe zum Start eines Tors verwendet wird, das nach dem Vorbeigang der im Kreissegment angeordneten Zähne bzw. des ersten Zahns des nächsten Kreissegments geschlossen wird. Die ermittelte Zeitdauer der Toransteuerung ist dann ein direktes, reziprokes Maß für die aktuelle, zylinderselektive Motordrehzahl. Winkelfehler, die die Genauigkeit der Motordrehzahl reduzieren können, treten hier durch unzulässige Fertigungstoleranzen als auch durch Beschädigungen der verwendeten Zahnflanken auf. Korrekturmöglichkeiten für solche Fehler sind durch das vorstehend beschriebene Verfahren bekannt.

Wenn die Korrekturfaktoren bestimmt sind und festliegen, liefert das Korrekturverfahren eine zuverlässige Berichtigung auch bei dynamischen Vorgängen mit schnellen Drehzahländerungen, da diese auf die zu korrigierenden, geometrischen Verhältnisse der Zähne keinen Einfluß haben. Während der Ermittlung der Korrekturfaktoren ist es jedoch beim bekannten Verfahren erforderlich, eine konstante Drehzahl einzuhalten, da richtige Korrekturfaktoren nur dann erhalten werden, wenn die Gesamtzeitdauer für einen vollen Umlauf des Geberads und die Segmentzeitdauern bei gleichen Drehzahlverhältnissen ermittelt wurden.

Für die Steuerung einer Brennkraftmaschine sollen diese Korrekturwerte betriebsmäßig ständig aktualisiert werden, um auch betriebsmäßig durch Abnutzung auftretende Winkelfehler zu erfassen. Die Ermittlung von Korrekturfaktoren bei gleichen Drehzahlverhältnissen an Brennkraftmaschinen, insbesondere in Fahrzeugen, ist aber schwierig, da im Betrieb üblicherweise sich ständig verändernde, dynamische Bedingungen vorliegen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein bekanntes Verfahren zur Ermittlung von Winkelfehlern an einem Geberrad zur Bestimmung der Momentandrehzahl rotierender Körper so weiterzubilden, daß bei der Verwen-

dung zur zylinderselektiven Bestimmung der aktuellen Motordrehzahl einer Sechszylinder-Brennkraftmaschine
Dynamikfehler bei der Ermittlung der Zeitkorrekturfaktoren eliminiert werden.

Diese Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Gemäß Anspruch 1 wird das gattungsgemäße Verfahren zur zylinderselektiven Bestimmung der aktuellen
Motordrehzahl einer Sechszylinder-Brennkraftmaschine verwendet, wobei das Geberrad auf der Kurbelwelle
montiert ist und jeweils ein Kressegment von 120° einem bestimmten Kolbenzyklus zugeordnet ist.

Zur Elimination von Dynamikfehlern werden an den drei Kressegmenten drei aufeinanderfolgende Messun-
gen jeweils der Gesamtzeitdauer und der drei Segmentzeitdauern zur Bestimmung der Zeitkorrekturfaktoren
dergestalt durchgeführt, daß der Start für die drei Messungen nacheinander jeweils am Anfang eines der drei
aufeinanderfolgenden Kressegmente beginnt. Die bei jeder der drei Messungen ermittelten drei, einem be-
stimmten Kressegment zugeordneten Zeitkorrekturfaktoren werden zu je einem zylinderselektiven Zeitkor-
rekturfaktor gemittelt. Diese gemittelten Zeitkorrekturfaktoren werden dann der Adaptionseinheit zugeführt.

Aufgrund der geometrischen Verhältnisse bei einer Sechszylinder-Brennkraftmaschine, bei der jeweils drei
Kressegmente von je 120° verwendet werden, ergibt sich durch die vorgeschlagene Bestimmung von gemittel-
ten Korrekturfaktoren aus drei hintereinanderliegenden Messungen eine weitgehende Elimination von Dyna-
mikfehlern, da bezogen auf die einzelnen Kressegmente bei einer Drehzahländerung ein Meßwert zu klein,
einer zu groß und einer neutral ermittelt wird. Durch die drei versetzten Messungen heben sich die Differenzen
von zu klein und zu groß ermittelten Einzelkorrekturfaktoren weitgehend auf, so daß damit auch Dynamikfehler
weitgehend eliminiert werden.

Dies trifft insbesondere dann zu, wenn die Messungen gemäß Anspruch 2 innerhalb einer Schubphase
durchgeführt werden.

Nach Anspruch 3 können in einer zusätzlichen Funktion die Zeitkorrekturfaktoren als Maß für auftretende
Winkelfehler einer Überprüfungseinheit zugeführt werden, die über eine Schwellwerteinheit unzulässig hohe
Winkelfehlertoleranzen signalisiert.

Anhand einer Zeichnung wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung mit weiteren Einzelheiten, Merkmalen
und Vorteilen näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer elektronischen Steuerungsanlage für eine Sechszylinder-Brenn-
kraftmaschine und

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Geberrads (Zahnscheibe) für eine zylinderselektive Bestimmung
der aktuellen Motordrehzahl.

In Fig. 1 ist auf einer Kurbelwelle 1 ein Geberrad 2 als Zahnscheibe angebracht, dessen Zähne 3 bzw.
Zahnflanken als Signalgeber mit einem ersten Sensor 4 zusammenwirken. Bei einer Brennkraftmaschine, die im
Viertaktbetrieb arbeitet, besteht jedes Arbeitsspiel aus zwei Umdrehungen der Kurbelwelle. Für eine Sechszyl-
inder-Brennkraftmaschine ergeben sich daraus drei Verbrennungen pro Umdrehung. Jedem Zylinder ist somit
1/3 eines Kreises (120°) zugeordnet. Bei einer Zähnezahl von beispielsweise 135 Zähnen am Geberrad 2
entspricht dann ein Kurbelwellenwinkel von 120° einer Zähnezahl von 45. In Fig. 2 ist das Geberrad 2 vergrößert
dargestellt, wobei die drei gleichgroßen Kressegmente a, b und c, die jeweils einem Zylinder in Verbindung
mit dem nachfolgend beschriebenen Nockenwellensignal zugeordnet sind, eingezeichnet sind.

Die Kurbelwelle 1 treibt mit halber Kurbelwellendrehzahl eine Nockenwelle 5, die eine Phasenmarke 6 trägt,
welche mit einem zweiten Sensor 7 zusammenwirkt. Über diese Phasenmarke 6 ist eine eindeutige Zuordnung
eines bestimmten Zylinders zu einem Kurbelwellenwinkel möglich.

Die Signale aus den beiden Sensoren 4 und 7 sind einem digitalen Steuergerät 8 zusammen mit weiteren
Parametersignalen (schematisch dargestellt durch den Pfeil 9) zugeführt. Das Steuergerät 8 ermittelt aus den
zugeführten Signalen für jeden Zylinder den Einspritzzeitpunkt und die Einspritzmenge sowie den Zündzeit-
punkt und überträgt entsprechende Signale an eine elektronische Einspritzvorrichtung 10 und eine elektronische
Zündvorrichtung 11.

Die zylinderselektive Bestimmung der aktuellen Motordrehzahl unter Berücksichtigung einer Dynamikbe-
wertung wird folgendermaßen durchgeführt:

Während die Zeit für eine Geberradumkehrung als gemessene Gesamtzeitdauer TGge ab einem Meßstartpunkt
(I, II oder III) gemessen wird, werden gleichzeitig die Zeiten TSge für den Vorbeigang jedes einzelnen Kresseg-
ments a, b, c am Sensor 4 gemessen.

Aus der Gesamtzeitdauer für eine ganze Umdrehung TGge wird die theoretische Zeit des Vorbeigangs für ein
Kressegment TSth wie folgt berechnet:

$$TS_{th} = \frac{TG_{ge} \cdot 120^\circ}{360^\circ}$$

Aus der theoretisch ermittelten Segmentdauer TSth entsprechend einer völlig gleichmäßigen und idealen
Zahnflankenordnung am Geberrad 2 und der tatsächlich für jedes Segment a, b, c gemessenen Segmentdauer
TSge lassen sich für jedes Segment a, b, c Zeitkorrekturfaktoren TK für die ermittelten Segmentzeitdauern nach
folgender Beziehung berechnen:

$$TK = \frac{T_{StH}}{T_{Sge}}$$

5

Zur Eliminierung von Dynamikfehlern werden jeweils drei aufeinanderfolgende Messungen zur Bestimmung der Zeitkorrekturfaktoren TK durchgeführt: Der Start für diese drei Messungen beginnt jedesmal am Geberrad versetzt am Anfang der drei aufeinanderfolgenden Kissegmente a, b und c. Diese Startpunkte (auch Zielpunkte für die Gesamtzeitdauermessung) sind in Fig. 2 mit I, II und III bezeichnet.

10 Die Einzelzeitkorrekturfaktoren werden je nach dem Startbeginn für die zugeordnete Messung am Startpunkt I, II oder III für die zugeordneten Kissegmente a, b, c mit Ia, Ib und Ic; IIa, IIb und IIc; IIIa, IIIb und IIIc bezeichnet.

Beim Start am Startpunkt I und einer Drehrichtung im Uhrzeigersinn erfolgt nacheinander ein Vorbeigang der Kissegmente a, b, c mit einer entsprechenden, zeitlichen Reihenfolge für die Korrekturfaktorermittlung. 15 Die zeitliche Reihenfolge der Korrekturfaktorermittlungen bei den drei aufeinanderfolgenden Meßpunkten, ausgehend von den Startpunkten I, II und III, ist in der nachfolgenden Aufstellung wiedergegeben.

20

25

30

35

Start/Ziel	Korrekturfaktoren		
I	I a	I b	I c
II	II b	II c	II a
III	III c	III a	III b

Die drei aufeinanderfolgenden Messungen werden in einer Schubphase durchgeführt, während der die Drehzahl innerhalb einer Umdrehung gleichmäßig sinkt. Damit ergibt sich bei einer Gesamtbetrachtung über eine Umdrehung, daß bei einem Meßbeginn am Startpunkt I die ermittelte Zeit für das erste Kissegment a im Vergleich zu den beiden Kissegmenten b und c zu klein ermittelt wurde. Die Zeitdauer für das dritte Segment c wurde dagegen im Vergleich zu den Kissegmenten a und b zu groß ermittelt, wobei die Zeit für das mittlere Kissegment b zwischen den Zeiten für die Kissegmente a und c liegt und damit einem mittleren, neutralen Wert entspricht.

45 Wenn die zweite Messung vom Startpunkt II beginnt, ergeben sich ähnliche Verhältnisse in der Reihenfolge der Kissegmente b, c, a und für die dritte Messung in der Reihenfolge c, a, b.

Bei einer Umstellung der obenstehenden Aufstellung, nun bezogen auf die Kissegmente a, b, c ergibt sich die nachfolgende Aufstellung, aus der ersichtlich ist, daß für jedes Kissegment jeweils ein Meßwert zu klein, zu groß und neutral und entsprechend auch die Korrekturfaktoren ermittelt wurden. Dabei bedeutet (—) Zeit zu klein; (0) Zeit neutral; (+) Zeit zu groß.

55

60

65

Start/Ziel	Segment a	Segment b	Segment c
I	I a (-)	I b (0)	I c (+)
II	II a (+)	II b (-)	II c (0)
III	III a (0)	III b (+)	III c (-)
Mittelwert	A	B	C

Aus den Einzelkorrekturfaktoren Ia ... IIIc werden für jedes Segment a, b, c Korrekturfaktormittelwerte A, B, C gebildet, wobei aus der vorstehenden Aufstellung ersichtlich ist, daß sich durch die versetzten drei Messungen die Differenzen von zu klein und zu groß ermittelten Einzelkorrekturfaktoren aufheben und damit Dynamikfehler weitgehend eliminiert werden.

Diese Korrekturfaktormittelwerte A, B, C werden einer (nicht dargestellten) Überprüfungseinheit und/oder Adaptionseinheit zugeführt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Korrektur von Winkelfehlern an einem Geberrad (2) bei der Bestimmung der Momentandrehzahl eines rotierenden Körpers, bei dem

jeweils die Segmentzeitdauer (TSge) des Vorbeigangs aufeinanderfolgender Kreissegmente (a, b, c) des Geberrades (2) an einem Sensor (4) gemessen wird und daraus den Kreissegmenten (a, b, c) zugeordnete Drehzahlwerte ermittelt werden,

die Gesamtzeitdauer (TGge) für einen vollen Umlauf (360°) des Geberrades (2) am Sensor (4) gemessen wird,

die gemessene Gesamtzeitdauer (TGge) durch die Anzahl der Kreissegmente (a, b, c) geteilt wird, wodurch eine jeweils für alle Kreissegmente (a, b, c) gleiche theoretische Segmentzeitdauer (TSth) ermittelt wird,

diese theoretische Segmentzeitdauer (TSth) ins Verhältnis zur jeweils aktuellen, gemessenen Segmentzeitdauer (TSge) eines Kreissegments (a, b, c) gesetzt wird und dadurch den Kreissegmenten (a, b, c) zugeordnete Zeitkorrekturfaktoren (TK, A, B, C) ermittelt werden und

die Zeitkorrekturfaktoren (TK, A, B, C) einer Adaptionseinheit zugeführt werden, die die den Kreissegmenten (a, b, c) zugeordneten Drehzahlwerte mit den zugeordneten Zeitkorrekturfaktoren (TK, A, B, C) berichtigt,

dadurch gekennzeichnet,

daß zur zylinderselktiven Bestimmung der aktuellen Motordrehzahl einer Sechszylinder-Brennkraftmaschine das Geberrad (2) auf der Kurbelwelle montiert ist und jeweils ein Kreissegment (a, b, c) von 120° einem bestimmten Kolbenzyklus zugeordnet ist,

daß zur Elimination von Dynamikfehlern an den drei Kreissegmenten (a, b, c) drei aufeinanderfolgende Messungen jeweils der Gesamtzeitdauer (TGge) und der drei Segmentzeitdauern (TSge) zur Bestimmung der Zeitkorrekturfaktoren (A, B, C) dergestalt durchgeführt werden,

daß der Start für die drei Messungen nacheinander jeweils am Anfang (I, II, III) eines der drei aufeinanderfolgenden Kreissegmente (a, b, c) beginnt,

daß die bei jeder der drei Messungen ermittelten drei, einem bestimmten Kreissegment (a, b, c) zugeordneten Zeitkorrekturfaktoren (Ia ... IIIc) zu je einem zylinderselktiven Zeitkorrekturfaktor (A, B, C) gemittelt werden und diese gemittelten Zeitkorrekturfaktoren (A, B, C) der Adaptionseinheit zugeführt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Messungen innerhalb einer Schubphase durchgeführt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitkorrekturfaktoren (A, B, C) als Maß für auftretende Winkelfehler einer Überprüfungseinheit als Schwellwerteinheit zur Überprüfung auf unzulässige Winkelfehlertoleranzen zugeführt werden.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

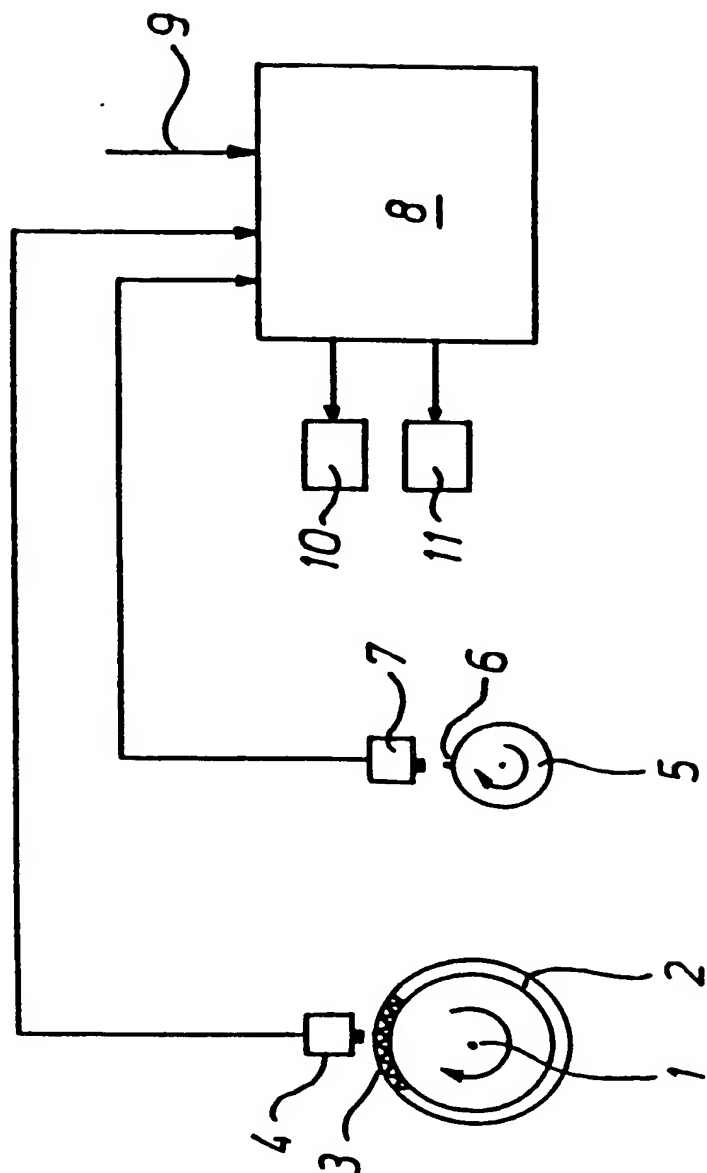


FIG.1

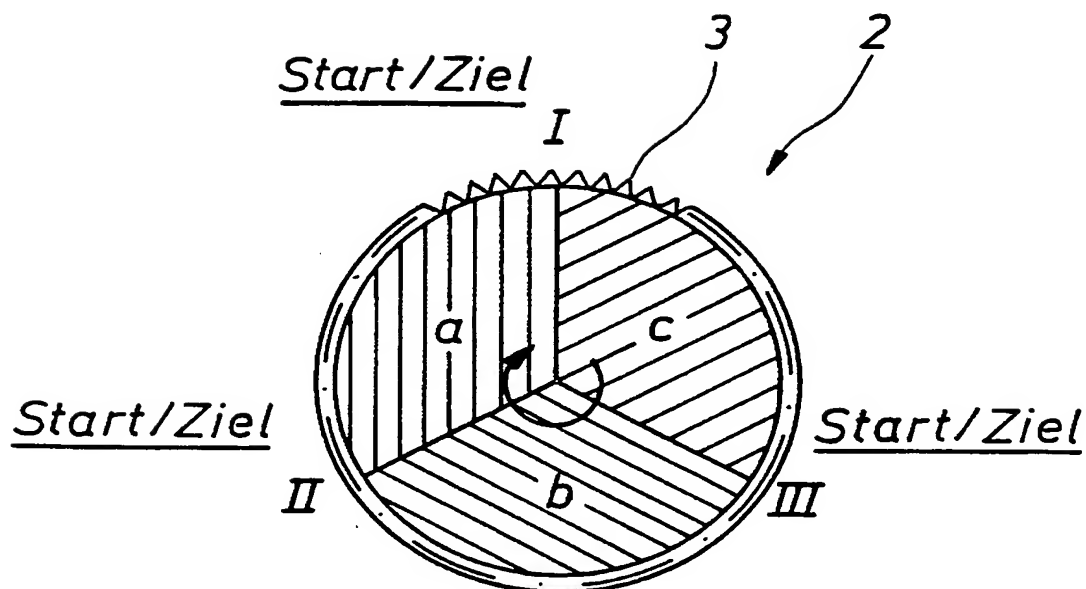


FIG. 2